

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-353603

(43)Date of publication of application : 25.12.2001

(51)Int.Cl.

B23B 27/14  
B23B 51/00  
B23C 5/16  
B23D 61/00  
B23D 77/00  
B23G 5/06  
C04B 35/583  
C04B 41/87

(21)Application number : 2000-178290

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 14.06.2000

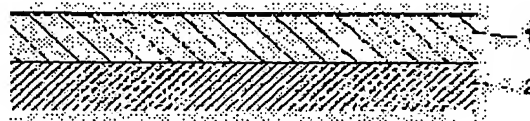
(72)Inventor : OTA TOMOKO  
FUKUI HARUYO  
OHARA HISANORI  
FUKAYA TOMOHIRO

(54) TOOL FORMED OF SURFACE-COVERED CUBIC BORON NITRIDE SINTERED COMPACT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tool formed of a cBN sintered compact which has the excellent wear resistance and toughness and controls any peeling or chipping of a cover film during the intermittent cutting.

SOLUTION: This tool formed of the cBN sintered compact comprises a base metal 2 having a portion consisting of the cBN sintered compact containing  $\geq 20$  vol.% cBN and the cover film 1 formed on the cBN sintered compact. The cover film 1 is formed of a material containing, for example, TiCN with the internal stress of  $\geq -10$  GPa to  $\leq 0$  GPa, and the differential stress of  $\geq 1$  GPa between a face side and a back side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-353603

(P2001-353603A)

(43)公開日 平成13年12月25日 (2001.12.25)

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テーマコード(参考)  |
|--------------------------|------|---------------|-------------|
| B 2 3 B 27/14            |      | B 2 3 B 27/14 | A 3 C 0 3 7 |
| 51/00                    |      | 51/00         | M 3 C 0 4 6 |
| B 2 3 C 5/16             |      | B 2 3 C 5/16  | 3 C 0 5 0   |
| B 2 3 D 61/00            |      | B 2 3 D 61/00 | 4 G 0 0 1   |
| 77/00                    |      | 77/00         |             |

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-178290(P2000-178290)

(22)出願日 平成12年6月14日(2000.6.14)

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 大田 倫子

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 福井 治世

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74)代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外4名)

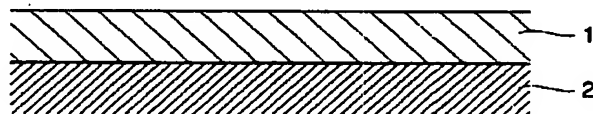
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具

(57)【要約】

【課題】 良好な耐摩耗性および靱性を有し、断続切削時に被覆膜が剥離・欠損することを制御できる表面被覆 c B N 焼結体工具を提供する。

【解決手段】 本発明の表面被覆 c B N 焼結体工具は、c B N を 2 0 体積%以上有する c B N 焼結体からなる部分を有する母材 2 と、その母材 2 の c B N 焼結体上に形成された被覆膜 1 とを備えている。被覆膜 1 は、たとえば T i C N を含む材質よりなっており、かつ 1 0 G P a 以上 0 G P a 以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である母材側とで 1 G P a 以上の応力差を有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 立方晶窒化硼素を 20 体積%以上有する立方晶窒化硼素焼結体からなる部分を有する母材と、前記母材の前記立方晶窒化硼素焼結体上に形成された被覆膜とを備え、前記被覆膜は、I V a、V a、V I a 族元素、A l、B および G e よりなる群から選ばれる 1 種以上の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかを含む材質を有し、かつ  $-1.0 \text{ GPa}$  以上  $0 \text{ GPa}$  以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である前記母材側とで  $1 \text{ GPa}$  以上の応力差を有している、表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 2】 前記被覆膜の膜厚は  $0.5 \mu\text{m}$  以上  $10 \mu\text{m}$  以下である、請求項 1 に記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 3】 前記被覆膜の内部応力は、前記母材側から前記表面側へ向けて連続的に圧縮応力が増加するよう変化している、請求項 1 または 2 に記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 4】 前記被覆膜の内部応力は、前記母材側から前記表面側へ向けて段階的に圧縮応力が増加するよう変化している、請求項 1 または 2 に記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 5】 前記被覆膜の内部応力は、前記表面側から前記母材側へ向けて連続的に圧縮応力が増加するよう変化している、請求項 1 または 2 に記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 6】 前記被覆膜の内部応力は、前記表面側から前記母材側へ向けて段階的に圧縮応力が増加するよう変化している、請求項 1 または 2 に記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 7】 前記母材と前記被覆膜との間に、I V a 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する第 1 の薄膜をさらに備えた、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 8】 前記被覆膜の表面上に、I V a 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する第 2 の薄膜をさらに備えた、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 9】 前記立方晶窒化硼素焼結体は、前記立方晶窒化硼素を 35 体積%以上 85 体積%以下含み、かつ立方晶窒化硼素粒子同士を結合するための結合材を含み、

以下の a、b、c、d および e において、

a : I V a、V a、V I a 族元素、

b : I V a、V a、V I a 族元素の窒化物、

c : I V a、V a、V I a 族元素の硼化物、

d : I V a、V a、V I a 族元素の炭化物、

e : I V a、V a、V I a 族元素、I V a、V a、V I

a 族元素の窒化物、硼化物、炭化物よりなる群から選ばれる 2 種以上からなる固溶体、

前記結合材の材質は a、b、c、d および e よりなる群から選ばれる 1 種以上とアルミニウム化合物と不可避不純物とを含む、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

【請求項 10】 前記立方晶窒化硼素粒子の平均粒径が  $4 \mu\text{m}$  以下である、請求項 9 に記載の表面被覆立方晶窒化硼素焼結体工具。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、立方晶窒化硼素 (cBN) を主成分とした焼結体 (以下、cBN 焼結体と称する) を母材とする切削工具材料の改良に関し、耐摩耗性および靱性の双方に優れる表面被覆 cBN 焼結体工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の cBN 焼結体工具は、ダイヤモンドに次ぐ高硬度と高熱伝導率により、過酷な切削条件下で使用されてきた。しかし、工具刃先の熱的・機械的な摩耗・欠損により、高速・高能率の分野において十分な寿命を達成できていないのが現状である。

【0003】そして cBN 焼結体での切削において、耐摩耗性および耐欠損性をさらに向上させるため、たとえば特開平 8-119774 号公報、特開平 1-96083 号公報、特開平 1-96084 号公報などに開示されているように、cBN 焼結体に TiN、TiAlN などを被覆する方法が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、被覆膜に高耐摩耗性を要求すると靱性が低下し、靱性を要求すると耐摩耗性が低下するということから、断続切削時に被覆膜が初期に剥離・欠損するという問題が生じている。

【0005】それゆえ、本発明の目的は、良好な耐摩耗性および靱性を有し、断続切削時においても被覆膜の剥離および欠損を抑制できる表面被覆 cBN 焼結体工具を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本願発明者らは、被覆膜の耐摩耗性の向上と靱性の向上との両立を実現するため、被覆膜中の内部応力について研究した。一般に、イオンプレーティング法により形成された被覆膜中には、圧縮応力が発生する。このような残留圧縮応力は被覆膜の耐摩耗性に悪影響を及ぼすことが問題であるが、残留圧縮応力を低下させると靱性が低下することが判明した。さらに、種々検討した結果、被覆膜中の圧縮応力を膜内で変化させることにより、耐摩耗性および靱性の双方が向上することがわかった。

【0007】特に、靱性を必要とする場合には、被覆膜中の圧縮応力を母材側から表面側に向かって連続的ある

いは段階的に増加させることが効果的であり、耐摩耗性を必要とする場合には被覆膜中の圧縮応力を母材側から表面側に向けて連続的あるいは段階的に低下させることが効果的であることが判明した。

【0008】また、被覆膜中の圧縮応力が大きくなるほど靱性が良好となり、圧縮応力が小さくなるほど耐摩耗性が良好となることが判明した。

【0009】それゆえ、本発明の表面被覆 cBN 焼結体工具は、cBN を 20 体積%以上有する cBN 焼結体からなる部分を有する母材と、母材の cBN 焼結体上に形成された被覆膜とを備え、その被覆膜は、IVa、V a、V Ia 族元素、Al (アルミニウム)、B (ボロン) および Ge (ゲルマニウム) よりなる群から選ばれる 1 種以上の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかを含む材質を有し、かつ 10 GPa 以上 0 GPa 以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である母材側とで 1 GPa 以上の応力差を有している。なお、内部応力において「-」の記号は圧縮応力であることを示している。

【0010】このように被覆膜の表面側と母材側とで 1 GPa 以上の応力差を有するよう内部応力を変化させたことにより、耐摩耗性および靱性の双方に優れた表面被覆 cBN 焼結体工具を得ることができる。なお、応力差が 1 GPa 未満では、被覆膜中で内部応力を変化させる効果が十分に得られない。また、cBN の含有率を 20 体積%以上としたのは、20 体積%未満では欠損が生じやすくなるからである。

【0011】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、被覆膜の膜厚は 0.5 μm 以上 10 μm 以下である。これは被覆膜の厚みが 0.5 μm 未満では被覆の効果が少なく、10 μm を超えると被覆膜が剥離しやすくなるからである。

【0012】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、被覆膜の内部応力は、母材側から表面側へ向けて連続的あるいは段階的に圧縮応力が増加するよう変化している。これにより、靱性が顕著に向上する。これは、表面側ほど高い内部圧縮応力が導入されることにより、表面に入った微小クラックの進展が抑えられるため、チッピングなどの欠けを防ぐことができるためと考えられる。

【0013】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、被覆膜の内部応力は、表面側から母材側へ向けて連続的あるいは段階的に圧縮応力が増加するよう変化している。これにより、耐摩耗性が顕著に向上する。これは、表面側ほど低い内部圧縮応力を導入することで膜表面が柔らかくなり、切削時の溶着が剥がれるときに膜全体が剥がれなくなる (膜の表面近傍のみが剥がれる) ため耐摩耗性が向上するものと考えられる。

【0014】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、母材と被覆膜との間に、IVa 族元素の窒

化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する第 1 の薄膜がさらに備えられている。これにより、被覆膜と母材との付着強度が向上するため、より高性能が期待される。

【0015】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、被覆膜の表面上に、IVa 族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する第 2 の薄膜がさらに備えられている。これにより、より高性能が期待される。

10 【0016】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、cBN 焼結体は、cBN を 35 体積%以上 85 体積%以下含み、かつ cBN 粒子同士を結合するための結合材を含み、結合材は以下の a、b、c、d および e よりなる群から選ばれる 1 種以上と Al 化合物とを不可避不純物とを含む。

【0017】a: IVa、Va、V Ia 族元素

b: IVa、Va、V Ia 族元素の窒化物

c: IVa、Va、V Ia 族元素の硼化物

d: IVa、Va、V Ia 族元素の炭化物

20 e: IVa、Va、V Ia 族元素、IVa、Va、V Ia 族元素の窒化物、硼化物、炭化物よりなる群から選ばれる 2 種以上からなる固溶体

このように母材の材料を適切に選択することにより、切削性能の著しい向上を図ることができる。cBN の含有率が 85 体積%を超えると、母材の耐摩耗性が悪くなり、これが被覆膜の耐摩耗性に影響を与えるため、耐摩耗性の向上が妨げられる。また cBN の含有率が 35 体積%未満となると、cBN 焼結体の特徴が高い硬度であるにもかかわらず、その硬度が低下してしまい、たとえば焼入れ鋼のような高い硬度の被削材を高速で切削するための強度が不足してしまう。

【0018】上記の表面被覆 cBN 焼結体工具において好ましくは、cBN 粒子の平均粒径が 4 μm 以下である。

【0019】これにより、切削性能の著しい向上を図ることができる。cBN 粒子の平均粒径が 4 μm を超えると、cBN 粒子と結合材との接触面積が減少し、cBN 粒子と結合材との結合力が弱まることにより、たとえば焼入れ鋼のような高い硬度の被削材を高速で切削するための強度が不足する。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

【0021】図 1 は、本発明の一実施の形態における表面被覆 cBN 焼結体工具の部分断面図である。図 1 を参照して、母材 2 は、工具刃先の少なくとも切削に関与する部分において cBN を 20 体積%以上有する cBN 焼結体よりなっている。この母材 2 の cBN 焼結体部分の表面上に被覆膜 1 が形成されている。この被覆膜 1 は、IVa、Va、V Ia 族元素、Al、B および Ge なら

びにこれらの任意の組合せの合金の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物から選ばれた1種以上を含む化合物よりなり、かつ1 GPa以上0 GPa以下の内部応力を有し、かつ表面側と裏面側である母材側とで1 GPa以上の応力差を有している。

【0022】なお、被覆膜1の内部応力は、たとえばX線回折法により測定される。この測定方法の詳細は、たとえば「PVD・CVD皮膜の基礎と応用」、(社)表面技術協会編、山本恒雄発行、pp. 156-164に記載されている。

【0023】また被覆膜1の膜厚は、0.5 μm以上10 μm以下であることが好ましい。被覆膜1の内部応力は、母材側から表面側へ向けて図2に示すように連続的に、または図3に示すように段階的に圧縮応力が増加するよう変化していてもよい。これにより、表面被覆cBN焼結体工具の靱性の向上が著しくなる。また被覆膜1の内部応力は、母材側から表面側に向けて図4に示すように連続的に、または図5に示すように段階的に圧縮応力が減少するよう変化していてもよい。これにより、表面被覆cBN焼結体工具の耐摩耗性の向上が顕著となる。

【0024】また図6に示すように母材2と被覆膜1との間には、IVa族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する付着強化層3aが設けられていることが好ましい。また図7に示すように被覆膜1の表面上に、IVa族元素の窒化物、炭化物、炭窒化物および酸化物のいずれかの材質を有する薄膜3bが形成されていてもよい。

【0025】母材2のcBN焼結体部分は、cBNを35体積%以上85体積%以下含み、かつcBN粒子同士を結合するための結合材を含んでおり、結合材は、以下のa、b、c、dおよびeよりなる群から選ばれる1種以上とAl化合物と不可避不純物とを含んでいることが好ましい。

【0026】a: IVa、Va、VIa族元素

b: IVa、Va、VIa族元素の窒化物

c: IVa、Va、VIa族元素の硼化物

d: IVa、Va、VIa族元素の炭化物

e: IVa、Va、VIa族元素、IVa、Va、VIa族元素の窒化物、硼化物、炭化物よりなる群から選ばれる2種以上からなる固溶体

またcBN粒子の平均粒径は4 μm以下であることが好ましい。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に述べ

る。

【0028】(実施例1) まず、超硬合金製ボットおよびボールを用いて、結合材材料であるTiN、Ti、Alを混合し、結合材粉末を得た。次に、結合材粉末とcBN粉末を混ぜ合わせ、Mo(モリブデン)製容器に充填し、圧力5 GPa、温度1400℃で20分間焼結した。この焼結体を、ISO規格SNGN120408の形状に加工し、cBN焼結体母材を得た。そのcBN焼結体母材のcBN含有率は65体積%であり、cBN粒子の平均粒径は2.5 μmであった。

【0029】その母材に表3に示す膜厚3.5 μmの各種のTiCNの被覆を、公知のアーク式イオンプレーティング法を用いて施した。また、その被覆を施した各サンプルを使って高炭素クロム軸受鋼丸棒の切削を表1の条件で行ない、切削後の各サンプルの逃げ面摩耗量を測定した。

【0030】

【表1】

|      |                |
|------|----------------|
| 被削材  | SUJ2(硬さ:HRC62) |
| 切削速度 | 200m/min       |
| 送り   | 0.1mm/rev.     |
| 切り込み | 0.2mm          |
| 切削形態 | 乾式             |
| 切削時間 | 20分            |
| 切削方法 | 外周旋削           |

【0031】次に、上記各サンプルと同条件で被覆を施したサンプルの靱性試験を行なった。靱性試験は、合金工具鋼丸棒で6本のV字形の溝を有する被削材の外周切削を表2の条件で行ない、被覆膜が正常摩耗以外に剥離するまでの時間を測定することで、靱性の評価とした。

【0032】

【表2】

|      |             |
|------|-------------|
| 被削材  | SKD11       |
| 切削速度 | 120m/min    |
| 送り   | 0.10mm/rev. |
| 切り込み | 0.20mm      |
| 切削形態 | 乾式          |
| 切削方法 | 外周旋削        |

【0033】表3に、各サンプルの被覆膜の応力分布と、切削試験を行なった場合の逃げ面摩耗量(耐摩耗性)および膜剥離までの切削時間(靱性)を評価した結果とを示す。

【0034】

【表3】

|        | 内部応力<br>(母材側→被覆側) | 耐摩耗性評価<br>(切削条件1) |    | 靱性評価<br>(切削条件2)   |    | 耐摩耗性・靱性<br>総合評価 |
|--------|-------------------|-------------------|----|-------------------|----|-----------------|
|        |                   | 逃げ面摩耗量<br>[mm]    | 評価 | 膜剥離までの切削時間<br>[分] | 評価 |                 |
| サンプル1  | -0.3GPa→-2.5GPa   | 0.128             | ○  | 7.0               | ○  | ○               |
| サンプル2  | -0.2GPa→-5.2GPa   | 0.137             | ○  | 9.0               | ◎  | ○               |
| サンプル3  | -2.2GPa→-0.2GPa   | 0.101             | ◎  | 6.0               | ○  | ○               |
| サンプル4  | -5.4GPa→-0.2GPa   | 0.114             | ◎  | 8.0               | ◎  | ◎               |
| サンプル5  | -0.3GPa→-0.3GPa   | 0.091             | ◎  | 2.0               | △  | △               |
| サンプル6  | -2.5GPa→-2.5GPa   | 0.155             | △  | 7.0               | ○  | △               |
| サンプル7  | -5.1GPa→-5.1GPa   | 0.177             | △  | 10.0              | ◎  | △               |
| サンプル8  | 2.0GPa→2.0GPa     | 0.112             | ◎  | 0.5               | ×  | ×               |
| サンプル9  | -12.1GPa→-12.1GPa | 0.206             | ×  | 7.0               | ○  | ×               |
| サンプル10 | 2.0GPa→-5.2GPa    | 0.129             | ○  | 1.0               | ×  | ×               |
| サンプル11 | -5.1GPa→-12.0GPa  | 0.202             | ×  | 6.0               | ○  | ×               |

\* 母材 cBN 焼結体の cBN 含有率: 65 体積%

母材 cBN 焼結体の cBN 平均粒径: 2.5  $\mu$ m

\* 評価は、性能の良い順に、◎、○、△、×

【0035】表3の結果より、TiCN層内で内部応力を-10GPa以上0GPa以下の範囲内で1GPa以上変化させた本発明例のサンプル1～4では、耐摩耗性および靱性の双方において優れていることがわかる。一方、内部応力の変化のないサンプル5～9および本発明の応力範囲と異なる範囲で内部応力を変化させたサンプル10、11では、耐摩耗性および靱性の少なくともいずれかが低い値を示すことがわかる。

【0036】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明の表面被覆cBN焼結体工具では、被覆膜の表面側と母材側とで-10GPa以上0GPa以下の範囲内で1GPa以上の応力差を有するように内部応力を変化させたことにより、耐摩耗性および靱性の双方に優れた表面被覆cBN焼結体工具を得ることができる。これにより、本発明の表面被覆cBN焼結体工具は、ドリル、エンドミル、フライ

ス用スローアウェイチップ、切削用刃先交換型チップ、メタルソー、刃切り工具、リーマー、タップなどの切削工具などに良好に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態における表面被覆cBN焼結体工具の部分断面図である。

【図2】 被覆膜中の内部応力の分布の第1の形態を示す図である。

【図3】 被覆膜中の内部応力の分布の第2の形態を示す図である。

【図4】 被覆膜中の内部応力の分布の第3の形態を示す図である。

【図5】 被覆膜中の内部応力の分布の第4の形態を示す図である。

【図6】 被覆膜と母材との間に付着強化層を設けた構成の部分断面図である。

【図7】 被覆膜の表面上に追加の薄膜を設けた構成を示す部分断面図である。

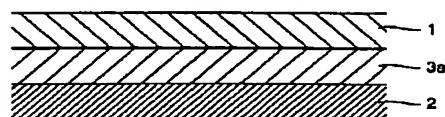
【符号の説明】

1 被覆膜、2 母材、3a 付着強化層、3b 薄膜。

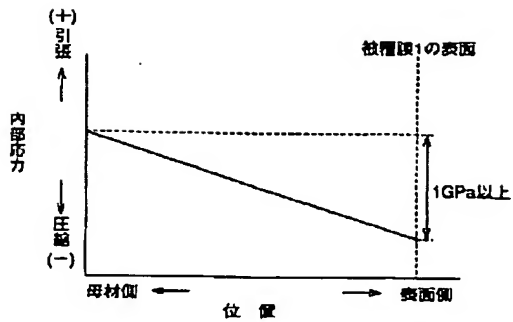
【図1】



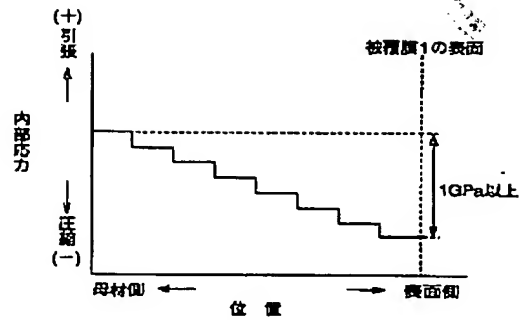
【図6】



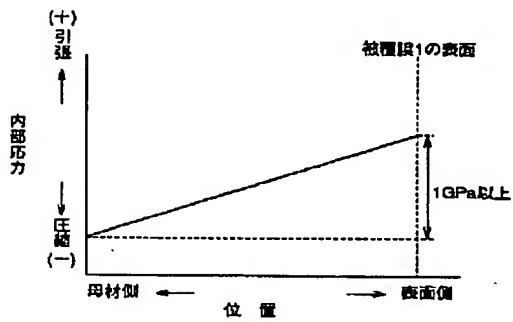
【図 2】



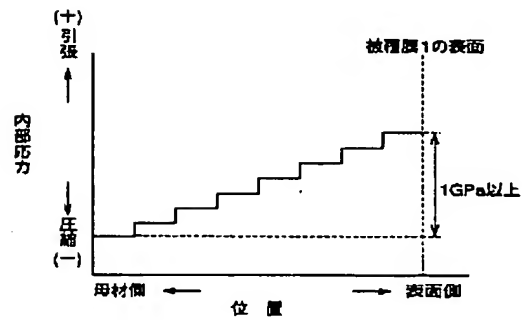
【図 3】



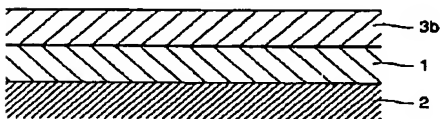
【図 4】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テームコード* (参考) |
|----------------------------|------|---------------|--------------|
| B 2 3 G 5/06               |      | B 2 3 G 5/06  | C            |
| C 0 4 B 35/583             |      | C 0 4 B 41/87 | N            |
| 41/87                      |      | 35/58         | 1 0 3 H      |

- (72) 発明者 大原 久典  
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友  
 電気工業株式会社伊丹製作所内
- (72) 発明者 深谷 朋弘  
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友  
 電気工業株式会社伊丹製作所内

- F ターム (参考) 3C037 CC08  
 3C046 FF02 FF10 FF11 FF13 FF16  
 FF25 FF35 FF57  
 3C050 EC00  
 4G001 BA34 BA38 BA61 BA63 BB34  
 BB38 BC72 BD12 BD16 BD18  
 BE22